

Entstehung des Lichts



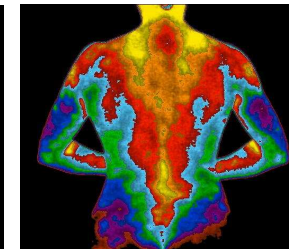
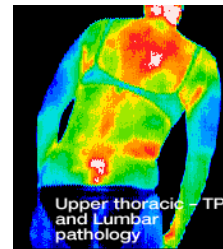
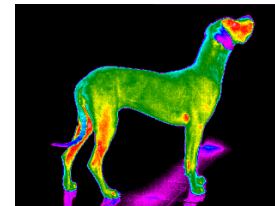
Lumineszenz

Temperaturstrahlung



1

Temperaturstrahlung



2

Entstehung der Temperaturstrahlung

Erfahrung: die Körper, die höhere Temperatur haben als ihre Umgebung emittieren Energie (Wärme):

Temperaturstrahlung hängt sehr stark von der T des Körpers ab.

Temperatur des Körpers hängt mit den Bewegungen der Teilchen in dem Körper zusammen.

z.B. Gastheorie
$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}kT$$



Die Temperaturstrahlung entsteht auf Kosten der Bewegungsenergie der Teilchen im Körper.



Eigenschaften der Temperaturstrahlung

- Jeder Körper, dessen Temperatur über dem absoluten Nullpunkt liegt, sendet Temperaturstrahlung aus
- Temperaturstrahlung ist elektromagnetische Strahlung (infrarotes Licht, sichtbares Licht, UV, Röntgen, ...)
- Sie hängt von der T , Eigenschaften (Materie, Farbe, Oberfläche, ...) des Körpers ab.

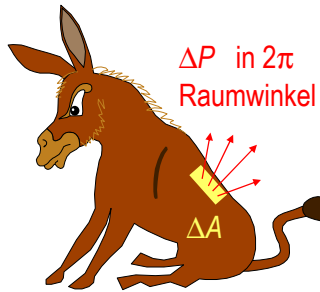
Strahlungsgleichgewicht: emittierte und absorbierte Leistungen müssen im thermischen Gleichgewicht gleich sein.

4

Größen zur Beschreibung der Temperaturstrahlung:

Spezifische Ausstrahlung (M):

$$M = \frac{\Delta P}{\Delta A}, \quad [M] = \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$



Spektrale spezifische Ausstrahlung (M_λ):

$$M_\lambda = \frac{\Delta M}{\Delta \lambda}, \quad [M_\lambda] = \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{nm}}$$

Absorptionsgrad (α):

$$\alpha = \frac{\text{absorbierte Energie}}{\text{einfallende Energie}}$$

M_λ und α hängen von λ , T , Farbe des Körpers, ... ab

5

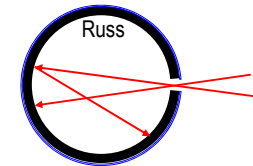
Kirchhoffsches Strahlungsgesetz:

$$\frac{M_{\lambda,1}}{\alpha_1} = \frac{M_{\lambda,2}}{\alpha_2} = \frac{M_{\lambda,3}}{\alpha_3} = \dots$$

konstant für verschiedene Körper bei gegebener T und λ

Absolut schwarzer Körper:

Ein hypothetischer idealisierter Körper, der jegliche auf ihn treffende elektromagnetische Strahlung bei jeder Frequenz vollständig absorbiert.



Hohlraumstrahlung

Absolut schwarzer Körper als Strahlungsreferenz: $\alpha = 1$

$$\frac{M_\lambda}{\alpha} = \frac{M_{\lambda,a}}{1} = M_{\lambda,a}$$

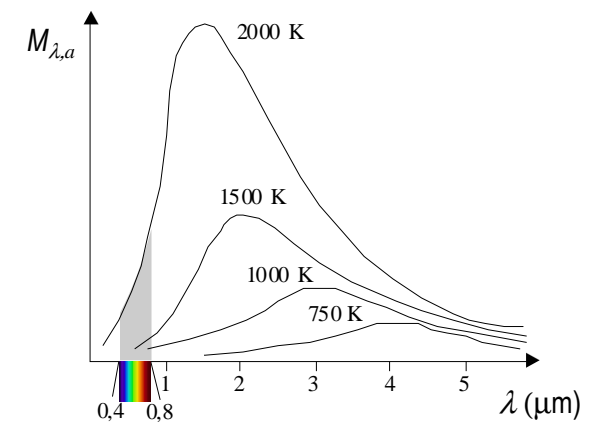
6



Die dunkle Farben absorbieren mehrere Strahlungsenergie als die helle (Kirchhoff!). Die Strahlenschädigung nach der Atombombenexplosion ist grösser unter den dunklen Teilen des Kimonos.

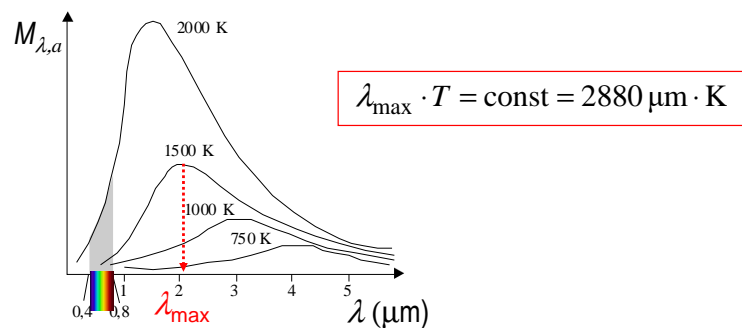
7

Spektrum des absolut schwarzen Körpers



8

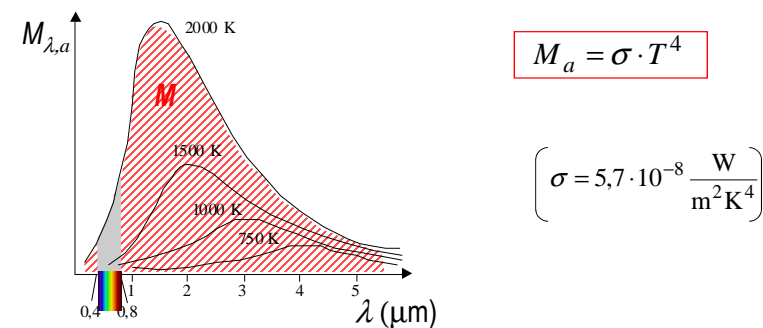
Wiensches Verschiebungsgesetz



Verschiebung des Maximums mit der Temperatur

9

Stefan-Boltzmannsches Gesetz

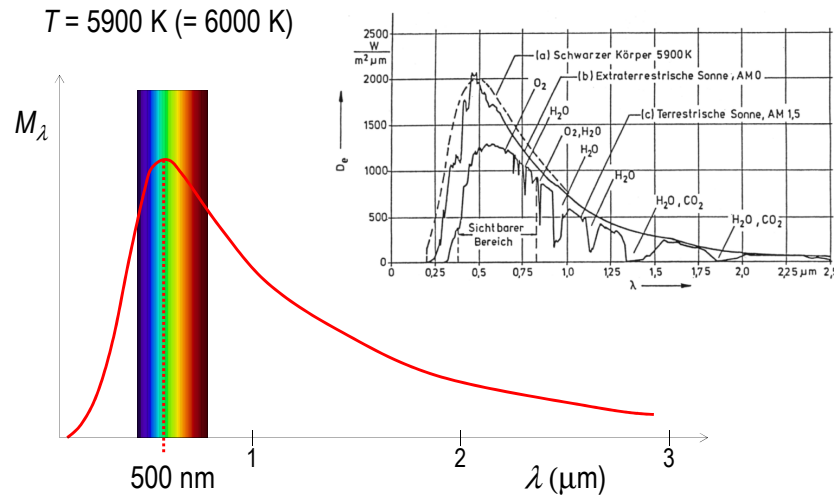


hohe spezifische Ausstrahlung bei hohen Temperaturen

10

z. B. Das Spektrum der Sonne:

$T = 5900 \text{ K} (= 6000 \text{ K})$



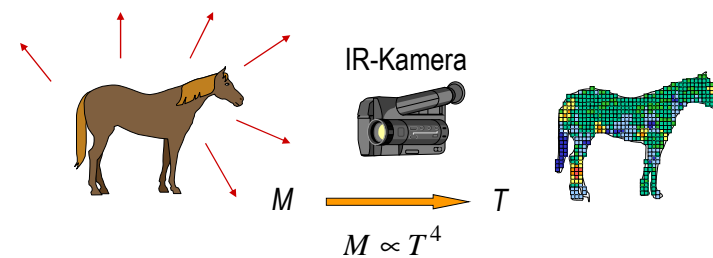
11

Anwendungen 1: IR Diagnostik (Telethermographie)

$T \approx 301 \text{ K} \rightarrow \lambda_{\max} \approx 10 \mu\text{m}$ IR-Strahlung

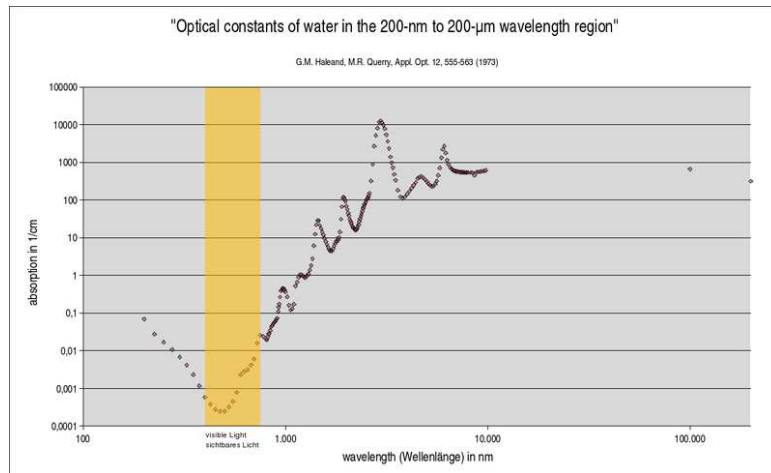
Ist der tierliche Körper absolut schwarz?

In diesem Bereich: Ja!
(s. Absorptionsspektrum des Wassers)

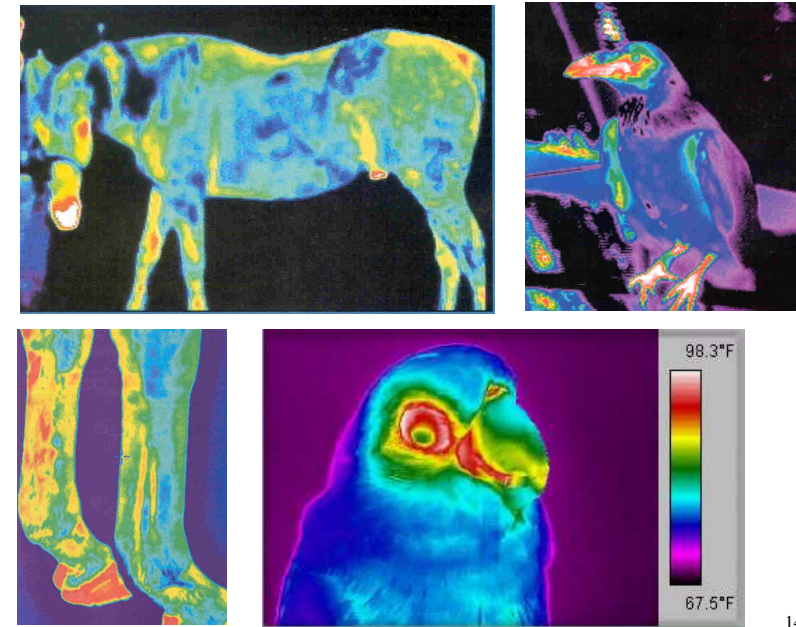


12

Absorptionsspektrum des Wassers im Bereich von 200 nm bis 0.1 mm

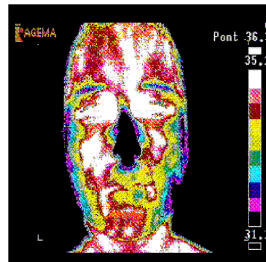


13

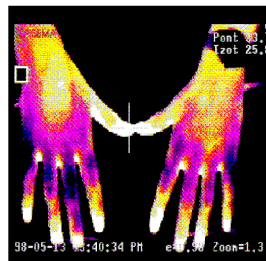


14

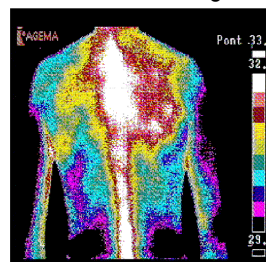
Gesichtshöhlenentzündung



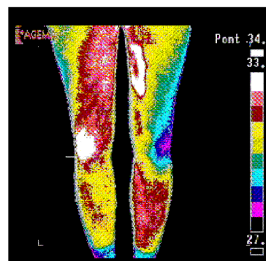
Gelenkentzündung



Muskelzerrung

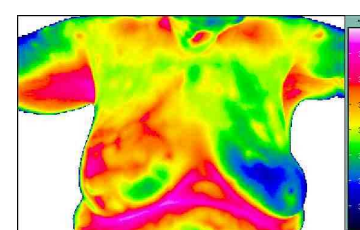
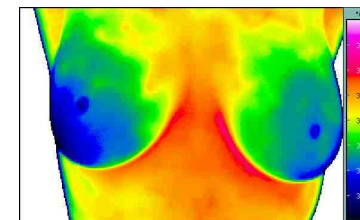


Chondrolyse und Thrombose

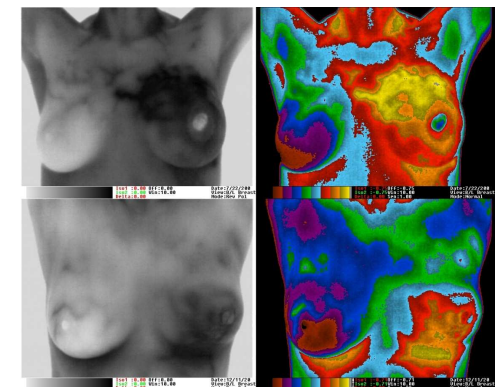


15

gesund



Brustkrebs



16



IR-Thermographie

Messbereich: 8-10 μm
 Präzision: 0.1 C
 Auflösungsgrenze: 1 mm²
 (Abstand: 40 cm)
 Abtastungszeit: 4 s



Mikrowellenthermographie, Mammathermographie (Tumor-Diagnostik)

Vorteil: Körpergewebe ist durchlässig für Mikrowellen.

Nachteil: Intensität im Mikrowellenbereich ist vielmal kleiner als im IR.

Anwendungen 2: Wärmehaushalt

Stoffwechselprozesse \Rightarrow Wärme }
 konstante Körpertemperatur } \longrightarrow Wärmeabgabe

Wärmestrahlung:



$$M = \sigma \cdot T^4$$

Resultierende Energieabgabe (ΔE):

$$\Delta E = \sigma \cdot (T^4 - T_{\text{Umgebung}}^4) \cdot A \cdot t$$

$$M_{\text{Umgebung}} = \sigma \cdot T_{\text{Umgebung}}^4$$

Hat ein Körper höhere Temperatur als seine Umgebung, so strahlt er mehr als er aus der Umgebung absorbiert.

+ Transpiration
 (+ Wärmeleitung)

18

Anwendungen 3: Wärmetherapie (IR-Lampen)

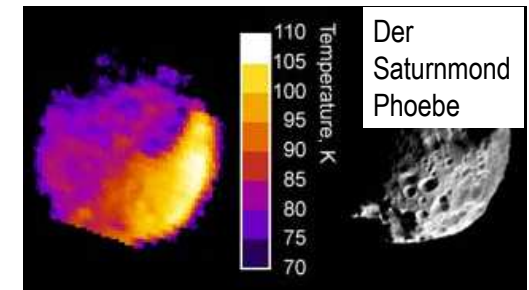


Glühlampen
 T = 2000-3000 K



Weitere Anwendungen

Bestimmung von
Oberflächentemperaturen



Sehen im ganz dunklen

20